

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Best Available Copy

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 30 MAR 2004

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 15 206.7

Anmeldetag:

03. April 2003

Anmelder/Inhaber:

MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GMBH,
93059 Regensburg/DE

Bezeichnung:

Stufenschalter

IPC:

H 01 F, H 01 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stark

Stufenschalter

Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter vom Typ des Widerstandsschnellschalters zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Regeltransformators.

Stufenschalter sind seit Jahrzehnten bekannte Einrichtungen zur Spannungsregelung und Sicherstellung einer hohen Elektroenergiequalität. Ihrer prinzipiellen Wirkungsweise nach lassen sie sich in Widerstandsschnellschalter, die Gegenstand der vorliegenden Anmeldung sind, und Reaktorschalter unterteilen.

Das Prinzip aller Widerstandsschnellschalter geht zurück auf das 1929 erteilte deutsche Reichspatent Nr. 474 613, das zum ersten Mal das Prinzip der sprungartigen unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen mittels kurzzeitig eingeschalteter Überschaltwiderstände beschreibt.

Auf diesem Prinzip basierende Stufenschalter sind in zahlreichen Ausführungsformen bekannt. Ein typischer Vertreter ist der in der Firmendruckschrift „Stufenschalter Typ M – Inspektionsanweisung“ der Anmelderin beschriebene Typ „M“. Dieser Laststufenschalter besitzt einen Stufenwähler zur lastlosen Vorwahl derjenigen Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll, und einen räumlich darüber, in einem separaten Ölgefäß angeordneten, Lastumschalter zur eigentlichen unterbrechungslosen Umschaltung. Die Betätigung dieses Laststufenschalters erfolgt durch einen Motorantrieb mit einem Elektromotor, der, wird er bei einer vorgesehenen Umschaltung in Betrieb gesetzt, einerseits den Feinwähler und ggf. einen Vorwähler kontinuierlich betätigt und andererseits einen Kraftspeicher des Lastumschalters aufzieht. Der Motorantrieb sitzt dabei räumlich gesehen seitlich außerhalb des Transformators. Über Gestänge, Winkeltrieb, Getriebestufen und mechanisches Maltesergetriebe wird die Energie zum Stufenschalter geleitet. Hat der Kraftspeicher seine Endstellung erreicht, d. h. ist er voll aufgezogen, wird seine bis dahin fixierte Arretierung freigegeben, und er vollzieht eine sprungartige Bewegung, mit der er den Lastumschalter betätigt. In Figur 1 sind die Antriebszüge dieses bekannten Laststufenschalters schematisch dargestellt. In Figur 2 ist ein modifizierter solcher Laststufenschalter gezeigt, der statt eines üblichen Vorwählers einen Mehrfach-Grobwähler aufweist; diese Anordnung ist dem Fachmann ebenfalls bekannt.

Ein weiterer Stufenschalter ist in der Firmendruckschrift „Lastwähler Typ V – Inspektionsanweisung“ der Anmelderin beschrieben. Bei diesem als Lastwähler ausgebildeten Typ „V“ sind die Vorwahl der jeweiligen Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll, und die Bauelemente zu dieser nachfolgenden Umschaltung konstruktiv vereinigt. Auch hierbei ist ein Motorantrieb mit der oben beschriebenen räumlichen Anordnung vorgesehen, der zunächst den Kraftspeicher aufzieht. Nach

dessen vollständigem Aufzug und nachfolgender Auslösung wird eine drehbare Schaltwelle betätigt, die schnell und unterbrechungslos von einem auf einem benachbarten anderen Festkontakt, der jeweils elektrisch mit einer Wicklungsanzapfung verbunden ist, umschaltet. Ein typischer Getriebezug eines solchen bekannten Lastwählers ist in der Figur 3 schematisch dargestellt.

Bei den bekannten Stufenschaltern erfolgt der Antrieb durch einen elektrischen Motorantrieb. Ein solcher Antrieb ist beispielsweise in der WO 98/38661 beschrieben. In einem solchen bekannten Motorantrieb sind alle mechanischen und elektrischen Baugruppen, die zum Antrieb des Stufenschalters erforderlich sind, vereinigt. Wichtige mechanische Baugruppen sind dabei das Lastgetriebe und das Steuergetriebe. Das Lastgetriebe betätigt direkt den Stufenschalter; es weist dazu einen entsprechend dimensionierten Elektromotor auf. Das Steuergetriebe enthält eine Nockenscheibe, die sich bei jeder Umschaltung des Stufenschalters um eine volle Umdrehung dreht. Die Nockenscheibe wiederum weist eine Vielzahl von Schaltnocken zur mechanischen Betätigung zahlreicher Nockenschalter bzw. nockenbetätigter Kontakte auf. Das Steuergetriebe enthält weiterhin Mittel zur Anzeige der Stufenstellung bzw. des Schaltschrittes. Zu den elektrischen Baugruppen im Motorantrieb gehören unterschiedliche Stromkreise. So ist ein Motorstromkreis vorhanden, durch den die Klemmen des elektrischen Antriebsmotors über Motorschütze, Bremsschütze und andere Schaltmittel mit der Stromzuleitung verbunden sind. Weiterhin sind ein Steuerstromkreis und verschiedene Meldestromkreise und Auslösestromkreise für einen Motorschutzschalter vorhanden. Die Steuerung des Motorantriebes selbst erfolgt nach dem Prinzip der Schrittschaltung, d. h. ein Verstellvorgang um einen Schaltschritt wird durch einen einmaligen Steuerimpuls eingeleitet und danach zwangsläufig zu Ende geführt; die Abtriebswelle des Motorantriebes, die mit einer Abtriebswelle des Stufenschalters gekuppelt ist, vollführt dabei eine vorab genau festgelegte Anzahl von Umdrehungen. Weiterhin weist der bekannte Motorantrieb, neben anderen Sicherheitseinrichtungen, auch eine Durchlaufschutzeinrichtung auf, die verhindert, dass beim Versagen der beschriebenen Schrittschaltung der Motorantrieb bis in die Endstellung durchläuft.

Der beschriebene bekannte Motorantrieb hat gemeinsam mit dem nachgelagerten Maltesergetriebe im Stufenschalter eine ganze Reihe von Funktionen zu erfüllen:

- Erzeugung eines Rotationsdrehmomentes mit nachfolgender Umsetzung in eine Bewegung für den Stufenwähler
- Übertragung sowie Über/Untersetzung des Drehmomentes
- Aufzug eines Kraftspeichers
- Umwandlung einer kontinuierlichen Bewegung in eine Schrittbewegung
- Fixierung des Schaltelementes nach vollzogenem Schaltschritt
- Stellungsmeldung
- mechanische Endanschlagsfunktion.

Insgesamt sind sowohl herkömmlicher Motorantrieb als auch nachgelagertes Getriebe kompliziert im Aufbau, teuer in der Fertigung, da notwendigerweise hochgenau, und sie stellen gemeinsam mit dem Kraftspeicher üblicherweise den aufwändigsten Teil des gesamten Stufenschalters dar.

Aufgabe der Erfindung ist es, den prinzipiellen Aufbau von Stufenschaltern, wie er sich seit Jahrzehnten etabliert und im Stand der Technik verfestigt hat, drastisch zu vereinfachen.

Diese Aufgabe wird durch einen Stufenschalter mit den Merkmalen der nebengeordneten Patentansprüche 1 bzw. 6 gelöst; die Unteransprüche betreffen jeweils vorteilhafte mögliche Weiterbildungen und Modifikationen der Erfindung.

Der Erfindung liegt die allgemeine erfinderische Idee zu Grunde, mindestens einen per se bekannten Torque-Motor als Bestandteil des Antriebszuges bzw. -stranges eines Stufenschalters einzusetzen.

Solche Torque-Motoren sind beispielsweise aus der Firmenschrift „Bürstenlose Torque-Motoren“ der Firma ETEL bekannt. Ein solcher bekannter Torque-Motor funktioniert auf der gleichen physikalischen Basis wie ein Linearantrieb, nur dass der hier flach liegende Stator zum Kreis aufgewickelt ist. Ein Torque-Motor ist mithin ein auf hohes Drehmoment optimierter Servoantrieb; moderne Ausführungen sind elektrisch gesehen 3-phasige bürstenlose Synchronmotoren mit Permanenterregung. Sie werden derzeit im Werkzeugmaschinenbau eingesetzt. Es ist bisher noch nicht der Versuch unternommen worden, sie in Stufenschalter zu implementieren oder für den Antrieb eines Stufenschalters prinzipiell nutzbar zu machen.

Zwar gab es in der Vergangenheit bereits den in der DD-Patentschrift 58 131 aus dem Jahre 1967 beschriebenen Versuch, das herkömmliche Antriebskonzept eines Stufenschalters, wie es weiter oben beschrieben worden ist, zu verlassen. Dabei handelte es sich um eine Lösung, bei der ein Stufenwähler aus so vielen hydraulisch betätigten einzelnen Antriebsmodulen gebildet ist, wie Stufen vorgesehen sind, so dass beliebig zwischen einzelnen Wicklungsanzapfungen – nicht nur zwischen benachbarten – geschaltet werden konnte. Diese hydraulische Lösung ist jedoch wegen des hohen Funktionsrisikos, z. B. der Alterungsgefahr der zuführenden Leitungen und Dichtungen, nicht realisiert worden.

Für Schaltgeräte allgemein sind zudem verschiedene andere Antriebsmechanismen vorgeschlagen worden. So betrifft beispielsweise die EP 996 135 einen magnetischen Wanderfeldantrieb für ein Schaltgerät, die WO 99/60591 und WO 00/05735 beschreiben Antriebe nach Art eines Schrittmotors für Schaltgeräte. Auch diese Lösungen sind für Stufenschalter nicht ohne weiteres anwendbar, da sie keine sprunghaftigen Bewegungen gestatten und insgesamt problematisch für die Realisierung dynamischer Vorgänge, noch dazu bei tiefen Temperaturen, sind.

Schließlich ist in der WO 01/06528 noch ein kontrollierter Antrieb für ein Schaltgerät vorgeschlagen worden, der jedoch ebenfalls nicht für einen Stufenschalter geeignet ist.

Hinweise auf die erfindungsgemäße Verwendung mindestens eines Torque-Motors an einem Stufenschalter sind allen diesen Bemühungen zur Weiterentwicklung der Antriebstechnik von Schaltgeräten jedoch nicht zu entnehmen.

Erfindungsgemäß kann ein solcher Torque-Motor als Bestandteil eines Stufenschalters an unterschiedlichen Anbauorten vorgesehen werden. Er kann außerhalb des Transformatorraumes angeordnet sein, und zwar oben auf dem Transformator oder auch seitlich am Transformator. Er kann weiterhin auch innerhalb des Transformatorraumes angeordnet sein und dort den Kraftspeicher des Lastumschalters, den Feinwählerantrieb oder auch einen Vorwählerantrieb oder auch mehrere dieser Baugruppen ersetzen.

Die erfindungsgemäße Anwendung eines oder mehrerer Torque-Motoren, wodurch neu strukturierte Positioniereinheiten gebildet werden, hat zahlreiche Vorteile. Zunächst einmal sind weder Kupplung noch separates Getriebe erforderlich, was die Teilezahl erheblich reduziert. Weiterhin wird ein kompakter Aufbau realisiert. Durch die geringen Elastizitäten ergibt sich eine hohe Steifigkeit sowie durch die geringen Massen und das geringe Trägheitsmoment eine hohe Dynamik mit der Möglichkeit, auch sprungartige Bewegungen realisieren zu können und damit einen konventionellen Kraftspeicher überflüssig zu machen. Schließlich ist über eine geeignete Steuerung jeder beliebige Schaltschritt unabhängig vom speziell wirksamen Gegenmoment einprägnant, wodurch z. B. Temperatureinflüsse weitestgehend ausgeschlossen werden können.

Die Erfindung soll nachfolgend an Hand von schematischen Darstellung beispielhaft noch näher erläutert werden.

Es zeigen:

- | | |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Figuren 1 bis 3 | bereits erläuterte Antriebszüge bekannter Stufenschalter in schematischer Darstellung |
| Figuren 4 und 5 | schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei einem Laststufenschalter |
| Figur 6 | schematische Möglichkeiten der erfindungsgemäßen Anwendung mindestens eines Torque-Motors bei einem Lastwähler. |

In Figur 4 ist in der oberen Hälfte der Darstellung gezeigt, dass hier erfindungsgemäß ein Torque-Motor den bisherigen Motorantrieb und das nachgeordnete Getriebe ersetzt und direkt auf den

Kraftspeicher des Lastumschalters, das Maltesergetriebe des Feinwählers und ggf. auch des Vorwählers wirkt. Im unteren Teil dieser Figur ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung schematisch dargestellt, bei der ein Torque-Motor zusätzlich auch den bisherigen Kraftspeicher nach dem Stand der Technik und das zugeordnete Getriebe ersetzt, derart, dass diese neue Positioniereinheit mit Torque-Motor direkt auf das Maltesergetriebe des Feinwählers und ggf. des Vorwählers wirkt als auch direkt den Lastumschalter betätigt. Diese zweite Ausführungsform kann auch insgesamt innerhalb des Transformators angeordnet sein.

In Figur 5 sind weitere Ausführungsformen der Erfindung schematisch dargestellt. Im oberen Teil ist gezeigt, dass ein erster Torque-Motor erfindungsgemäß direkt den Lastumschalter betätigt, indem er auch den bisherigen Kraftspeicher überflüssig macht (linke Positioniereinheit); ein weiterer Torque-Motor (rechte Positioniereinheit) betätigt direkt das Maltesergetriebe des Feinwählers und ggf. des Vorwählers. Im Gegensatz zu den Ausführungsformen der Erfindung in Figur 4, bei denen jeweils nur ein einziger Torque-Motor vorgesehen ist, sind hier also mehrere solcher Positioniereinheiten mit Torque-Motor gezeigt. In der unteren Darstellung dieser Figur 5 ist dann eine nochmals modifizierte Ausführungsform der Erfindung dargestellt, die insgesamt drei solcher Torque-Motoren vorsieht: Eine erste erfindungsgemäße Positioniereinheit (links) betätigt direkt – unter Vermeidung eines bisherigen Kraftspeichers – den Lastumschalter, eine zweite Positioniereinheit (mitte) betätigt direkt den Feinwähler, und eine dritte Positioniereinheit (rechts) betätigt direkt den Vorwähler, sofern ein solcher vorhanden ist. Auch bei diesen in Figur 5 gezeigten Ausführungsformen der Erfindung kann sich der jeweiligen Anbauort der neuartigen Positioniereinheit wahlweise innerhalb oder außerhalb des Transformators befinden.

Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, den Lastumschalter räumlich vom Feinwähler und ggf. Vorwähler zu trennen, d. h. beide Baugruppen des Stufenschalters an unterschiedlicher Stelle separat anzuordnen. Weiterhin ist es möglich, den Feinwähler und ggf. Vorwähler auch separat mittels eines an sich bekannten Schrittmotors anzutreiben. Da die Wähler langsam und kontinuierlich betätigt werden, ist der Nachteil der bekannten Schrittmotore, nämlich deren schlechtes dynamisches Verhalten, hier nicht weiter störend.

In Figur 6 sind in derselben schematischen Darstellungsart mögliche Ausführungsformen der Erfindung bei einem Stufenschalter des Lastwählertyps gezeigt. Die obere Darstellung verdeutlicht eine Ausführungsform, bei der ein Torque-Motor direkt den Kraftspeicher betätigt, der wiederum auf bekannte Weise die Schaltsäule sprungartig dreht und zusätzlich ggf. den Vorwähler betätigt. Die darunter angeordnete Darstellung zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, bei der der Torque-Motor auch die Funktion des bisherigen Kraftspeichers mit übernimmt und direkt die Schaltsäule sprungartig dreht. Die untere Darstellung schließlich zeigt eine Ausführungsform mit zwei separaten Torque-Motoren, derart, dass die erste dieser neuartigen Positioniereinheiten direkt die Schaltsäule

sprungartig dreht und die zweite Positioniereinheit einen etwa vorhandenen Vorwähler separat betätigt.

Patentansprüche

1. Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators nach dem Prinzip eines Widerstandsschnellschalters, bestehend aus einem Feinwähler und ggf. einem Vorwähler zur leistungslosen Anwahl der Wicklungsanzapfung, auf die nachfolgend umgeschaltet werden soll, bestehend weiterhin aus einem Lastumschalter zur anschließenden schnellen Umschaltung von der bisherigen auf die vorgewählte Wicklungsanzapfung unter kurzzeitiger Einschaltung von mindestens einem Überschaltwiderstand, wobei sowohl Feinwähler und ggf. Vorwähler als auch Lastumschalter bei jeder Umschaltung durch einen Antrieb betätigbar sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass als Antrieb mindestens ein Torque-Motor vorgesehen ist.

2. Stufenschalter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Torque-Motor sowohl einen bekannten Kraftspeicher des Lastumschalters als auch den Feinwähler und ggf. Vorwähler betätigt.

3. Stufenschalter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Torque-Motor sowohl direkt den Lastumschalter als auch den Feinwähler und ggf. Vorwähler betätigt.

4. Stufenschalter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens ein erster Torque-Motor jeweils direkt den bekannten Kraftspeicher des Lastumschalters betätigt und mindestens ein zweiter Torque-Motor jeweils den Feinwähler und ggf. Vorwähler betätigt.

5. Stufenschalter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass mindestens ein erster Torque-Motor jeweils direkt den Lastumschalter betätigt, mindestens ein zweiter Torque-Motor jeweils direkt den Feinwähler betätigt und ggf. mindestens ein dritter Torque-Motor jeweils den Vorwähler betätigt.

6. Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators nach dem Prinzip eines Widerstandsschnellschalters,

bestehend aus einem Lastwähler zur gleichzeitigen Anwahl der Wicklungsanzapfung, auf die umgeschaltet werden soll, sowie zur schnellen Umschaltung von der bisherigen auf die vorgewählte Wicklungsanzapfung unter kurzzeitiger Einschaltung von mindestens einem Überschaltwiderstand, wobei zur Umschaltung ein sprungartig betätigbares Schaltelement, insbesondere eine Schaltsäule, dient,

dadurch gekennzeichnet,

dass als Antrieb mindestens ein Torque-Motor vorgesehen ist.

7. Stufenschalter nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Torque-Motor direkt einen bekannten Kraftspeicher betätigt, der seinerseits das Schaltelement auf bekannte Weise sprungartig bewegt als auch ggf. einen Vorwähler betätigt.

8. Stufenschalter nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass der mindestens eine Torque-Motor direkt das Schaltelement sprungartig bewegt als auch ggf. einen Vorwähler betätigt.

9. Stufenschalter nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass ein mindestens erster Torque-Motor direkt das Schaltelement sprungartig bewegt und ggf. ein mindestens zweiter Torque-Motor direkt den Vorwähler betätigt.

10. Stufenschalter nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Lastumschalter einerseits und der Feinwähler und ggf. Vorwähler andererseits räumlich getrennt angeordnet sind und/oder der Feinwähler und ggf. Vorwähler separat von mindestens einem Schrittmotor antreibbar ist bzw. sind.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Stufenschalter zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen verschiedenen Wicklungsanzapfungen eines Stufentransformators, wobei ein Torque-Motor an Stelle des bisherigen Motorantriebes in Verbindung mit verschiedenen Getriebeausbildungen unterschiedlichster Antriebsfunktionen für die einzelnen Baugruppen übernimmt.

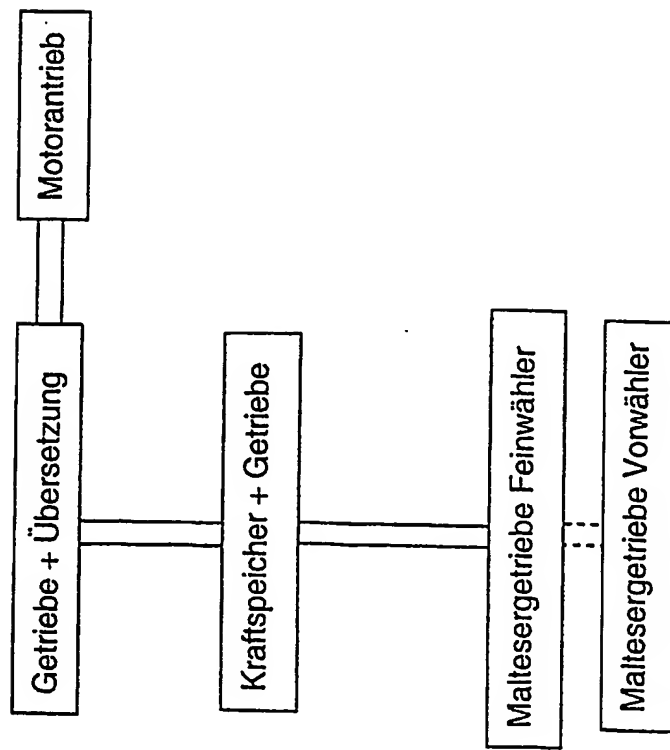


Fig. 1

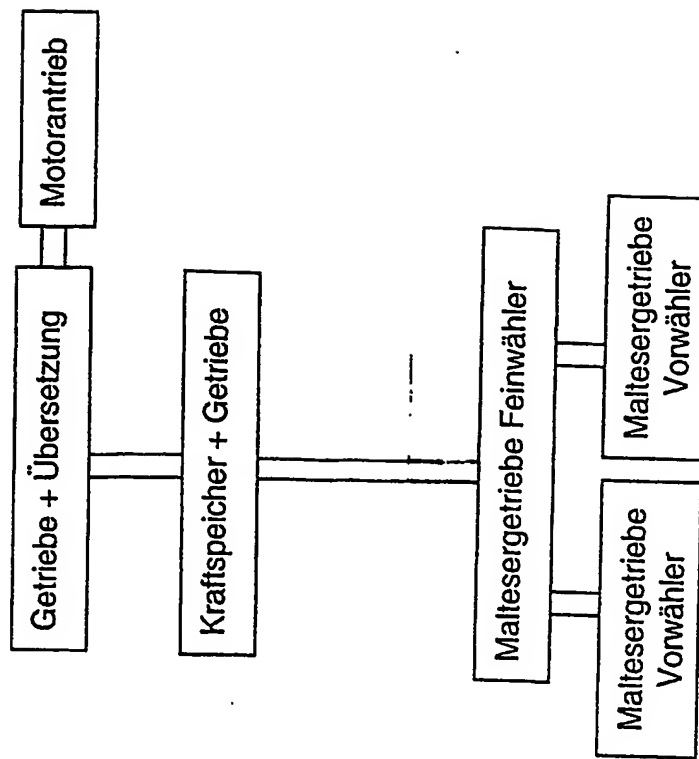


Fig. 2

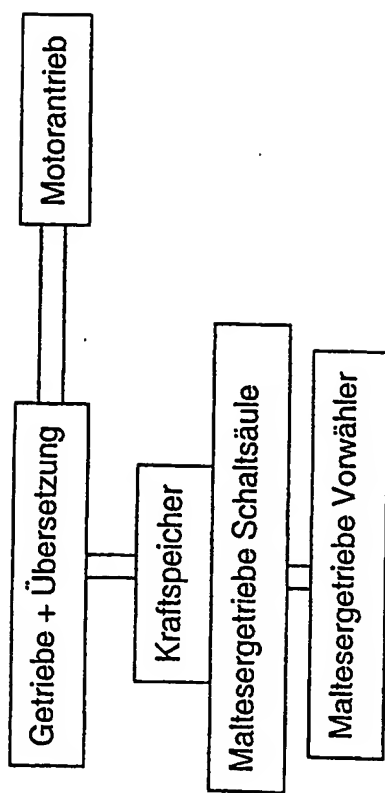


Fig. 3

| Ersatz: | Anbauort außerhalb des Transformators | Anbauort innerhalb des Transformators |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Getriebe + Übersetzung | | |
| Getriebe + Übersetzung Kraftspeicher + Getriebe | | |

Fig. 4

| Ersatz: | Anbauort außerhalb des Transformators | Anbauort innerhalb des Transformators |
|-----------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Getriebe + Übersetzung | Positioniereinheit: Kraftspeicher | - |
| Kraftspeicher + Getriebe | - | Positioniereinheit: Kraftspeicher |
| Maltesergetriebe Feinwähler | Positioniereinheit: Maltesergetriebe Feinwähler | Positioniereinheit: Maltesergetriebe Feinwähler |
| | - | Maltesergetriebe Vorwähler |
| Getriebe + Übersetzung | Positioniereinheit: Kraftspeicher | - |
| Kraftspeicher + Getriebe | Positioniereinheit: Maltesergetriebe Feinwähler | Positioniereinheit: Kraftspeicher |
| Maltesergetriebe Feinwähler | Positioniereinheit: Maltesergetriebe Vorwähler | Positioniereinheit: Maltesergetriebe Feinwähler |
| Maltesergetriebe Vorwähler | - | Positioniereinheit: Maltesergetriebe Vorwähler |

Fig. 5

| Ersatz: | Anbauort außerhalb des Transformators | Anbauort innerhalb des Transformators |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| Getriebe + Übersetzung Kraftspeicher Maltesergetriebe Schallsäule Maltesergetriebe Vorwähler | | |
| Getriebe + Übersetzung Kraftspeicher Maltesergetriebe Schallsäule Maltesergetriebe Vorwähler | | |
| Getriebe + Übersetzung Kraftspeicher Maltesergetriebe Schallsäule Maltesergetriebe Vorwähler | | |

Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.